

Simulasi Kinerja Siswa Dengan Metode Fuzzy Inference Sugeno Menggunakan Aplikasi Matlab

Halimahtus Mukminna¹, Devita Maulina Putri², Anik Nur Handayani³

Universitas Negeri Malang

¹halimahtus.911@gmail.com, ²devitamaulinaputri@gmail.com, ³aniknur.ft@um.ac.id

ABSTRAK. Tujuan artikel ini adalah membuat simulasi untuk penilaian kinerja siswa menggunakan logika *fuzzy* untuk mengatasi masalah proses penilaian evaluasi siswa. Disamping itu belum adanya sistem khusus yang dapat mengoptimalkan dalam memberikan dukungan bagi guru dalam melakukan evaluasi yang masih bersifat perhitungan manual. Satu cara penentuan perhitungan hasil evaluasi siswa dapat dipermudah dengan menggunakan bantuan pertimbangan *Artificial Intelligence* (AI) sebagai optimasinya. Dalam pertimbangan evaluasi kinerja siswa ini menggunakan logika *fuzzy* dengan metode *inference system sugeno*. Metode *sugeno* ini merupakan metode *inference fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF-THEN, dimana output sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa persamaan linier. Kriteria yang digunakan dalam penilaian kinerja siswa meliputi *very unsuccesusful*, *unsuccesful*, *average*, *successful*, dan *very successful*. Pada simulasi ini hasil yang ditampilkan dengan perhitungan manual dan perhitungan Matlab sebagai pembandingnya hasil perhitungan secara manual nilai result 45,5 sedangkan pada perhitungan matlab nilai result sebesar 48,5. Sehingga dapat disimpulkan selisih yang disebabkan tingkat akurasi hasil *inference rule* pada perhitungan manual kurang efektif bahkan terkadang banyak *inference rule* yang harus disesuaikan.

Kata Kunci: Evaluasi, *Fuzzy Sugeno*, *Matlab*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kehidupan manusia saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Perkembangan ini berlaku pada segala aspek seperti ekonomi, sosial, politik terlebih lagi pada bidang teknologi. Seiring dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi berperan sangat penting dalam kehidupan manusia. Manusia mulai memanfaatkan teknologi seperti komputerisasi dalam membantu pekerjaan maupun kehidupan sehari-hari. Contoh dalam dunia pendidikan terdapat sistem informasi akademik yang dapat membantu perkiraan guru dalam mengolah nilai dan membantu siswa dalam mengontrol hasil belajarnya. Perkiraan nilai ini yang kerap kali didapatkan dalam bidang kecerdasan buatan seperti logika *fuzzy*, teknik matematika dari set-teori yang dapat diterapkan untuk berbagai bentuk pengambilan keputusan termasuk penelitian tentang teknik dan kecerdasan buatan.

Saat ini teknologi seperti di atas telah marak dikembangkan pada dunia pendidikan seperti pada seluruh universitas yang ada di Indonesia. Perkiraan hasil evaluasi siswa ini dibutuhkan dan memiliki pertimbangan penilaian tersendiri pada setiap parameternya. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah masukan awal dari evaluasi siswa. Evaluasi siswa yang terjadi saat ini guru haruslah menuliskan secara manual dan mempertimbangkan satu dan lain hal untuk dapat menentukan hasil akhir evaluasi siswa. Seiring perkembangan zaman ditemukanlah cara komputerisasi yang memudahkan guru dalam mengambil keputusan. Teknologi tersebut berawal dari yang berbentuk aplikasi desktop hingga aplikasi yang bersifat online. Namun pada aplikasi atau teknologi yang telah tercipta saat ini ditemukan kelemahan-kelemahan yang dapat berpengaruh pada hasilnya. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi hasil evaluasi siswa seperti nilai-nilai pada saat ujian-ujian yang perlu dipertimbangkan bobotnya.

Penilaian dalam pendidikan seringkali berbentuk nilai numerik yang diperoleh dari hasil penilaian guru terhadap siswa. Untuk itu pada penilaian evaluasi siswa dilihat dari berbagai kriteria pendukung. Hal ini dikarenakan penilaian dan perhitungan adalah bagian terpenting dalam proses pendidikan. Menurut Gokmen (2010) penilaian itu terdapat berbagai metode dalam melakukan evaluasi menggunakan arus, sistem evaluasi klasik, keberhasilan atau kegagalan pendidikan karena itu didasarkan pada pemisahan melalui batas skor tertentu. Seperti contoh pada aplikasi penilaian siswa dalam laboratorium terdapat 50 siswa yang seharusnya dikatakan layak dengan nilai yang memuaskan setelah melakukan pembelajaran pada laboratorium. Pada penerapannya tidak semua siswa dapat dikatakan lulus, hal ini dikarenakan beberapa siswa tersebut tidak dapat memenuhi standar yang ditentukan. Didukung dari penelitian Sakthivel dkk (2013); Patel (2011) dan Upadhy (2012) yang mengusulkan logika *fuzzy* untuk mengoptimalkan evaluasi kinerja siswa.

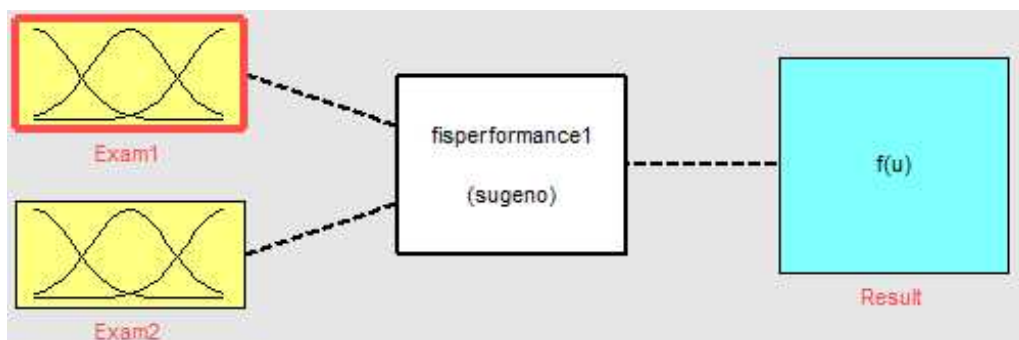
Salah satu cara penentuan perhitungan hasil evaluasi siswa dapat dipermudah dengan menggunakan bantuan pertimbangan *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan sebagai optimasinya. Pertimbangan ini digunakan sebagai salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana komputer dapat bekerja sebaik apa yang dilakukan manusia atau bahkan lebih. Dalam pertimbangan evaluasi kinerja siswa ini menggunakan logika *fuzzy* dengan metode *inference system* sugeno. Menurut Naba (2009), logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Sedangkan menurut Kusumadewi (2010) alasan penggunaan metode *fuzzy* karena konsep ini mudah dimengerti, bersifat fleksibel, memiliki tingkat ketoleransi yang tinggi, mampu memodelkan fungsi nonlinier yang kompleks, serta berdasarkan pada bahasa alami. Pada kesempatan ini penulis mensimulasikan sebuah penilaian evaluasi siswa menggunakan logika *fuzzy* dengan metode *inference system* sugeno. *Fuzzy* metode sugeno merupakan metode inferensi *fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF – THEN, dimana output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear (Kusumadewi, 2002:98). Pada simulasi ini hasil yang ditampilkan dengan bantuan Matlab sebagai perhitungannya. Sebagai pembanding akan dilakukan perhitungan manual pula yang terkait dengan sugeno serta menggunakan rumus yang telah ada sebelumnya.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah *reasoning*, yaitu penyelesaian masalah dengan cara mempresentasikan masalah ke dalam basis pengetahuan menggunakan logika atau bahasa formal (bahasa yang dapat dipahami oleh komputer), sedangkan logika yang digunakan adalah *fuzzy logic*. Pada perhitungan *fuzzy logic* terhadap tiga tahapan yang harus dilalui, yaitu: (1) *fuzzification*; (2) *inference engine*; dan (3) *defuzzification* (Nugroho, 2010:5).

3. Fuzzification

Fuzzification merupakan suatu proses pengubahan nilai tegas atau bersifat pasti (*crisp input*) yang ada ke dalam fungsi keanggotaan. Pada tahap ini yang menjadi *crisp input* adalah nilai dari setiap variabel input yang terdiri dari *exam1* (nilai ujian 1) dan *exam2* (nilai ujian 2) dan *result* (sebagai nilai kinerja siswa). Perancangan himpunan *fuzzy* yang terdiri dari beberapa variabel pada penentuan nilai kinerja siswa di dapatkan dari dua variabel *exam1* dan *exam2*. Sedangkan gambaran hubungan dari variabel input dan output terdapat pada Gambar 1.



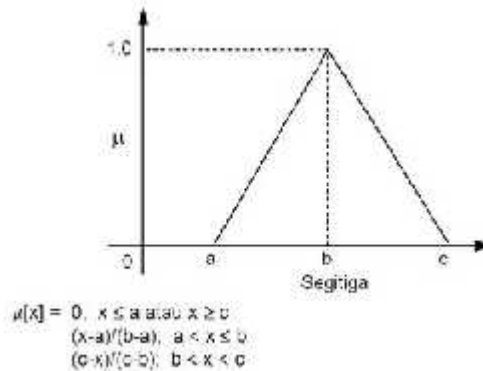
Gambar 1. Variabel Input dan Output yang Menggunakan Metode Sugeno

Tabel 1 Klasifikasi Exam 1 dan Exam 2

Variabel Linguistik		Interval
Input	Very Low (VL)	(0, 0, 25)
	Low (L)	(0, 25, 50)
Exam1	Average (A)	(25, 50, 75)
	High (H)	(50, 75, 90)
	Very High (VH)	(75, 90, 100)
	Very Low (VL)	(0, 0, 25)
	Low (L)	(0, 25, 50)
Exam2	Average (A)	(25, 50, 75)
	High (H)	(50, 75, 90)
	Very High (VH)	(75, 90, 100)
Output	Result	Very Unsuccessful (VU)
		(0, 0, 25)

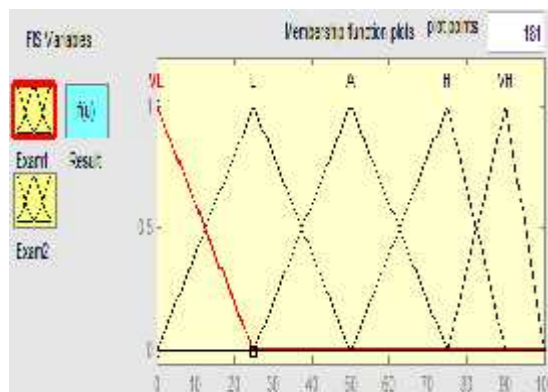
<i>Unsuccessful (U)</i>	(0, 25, 50)
<i>Average (A)</i>	(25, 50, 75)
<i>Successful (S)</i>	(50, 75, 90)
<i>Very Successful (VS)</i>	(75, 90, 100)

Rumus untuk menentukan nilai dari μ (*miu*) atau derajat keanggotaan dari masing-masing variabel yang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga (*triangle*) yang bisa dilihat pada Gambar 2.

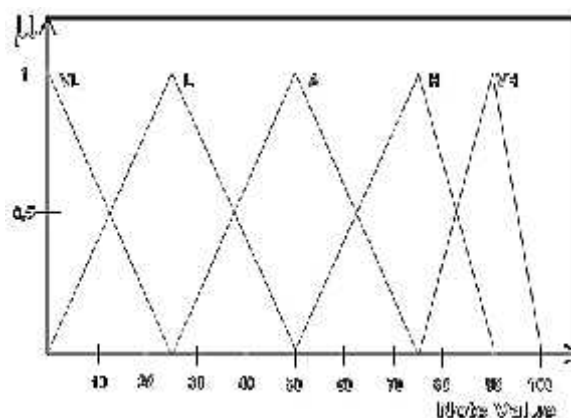


Gambar 2. Rumus Fungsi Keanggotaan Segitiga (*Triangle*)

Fungsi keanggotaan *exam1* dan *exam2* memiliki interval yang sama, sehingga kedua exam tersebut memiliki rata-rata set variabel input yang sama yang digambarkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Membership Function of Exam1 berdasarkan Simulasi Matlab



Gambar 4. Membership function of Exam1

4. Inference Engine

Inference engine dalam menentukan output result (nilai *performance*) yang didapatkan siswa dengan variabel *exam1* dan *exam2*. Terdapat 25 rule yang didapatkan, sebagaimana Tabel 2 dalam sistem ini yang digunakan adalah metode MIN, dimana solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai minimum aturan, kemudian digunakan untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke dalam output dengan menggunakan *Operator AND*. Jika semua proposisi telah dievaluasi maka output akan berisi himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi. Aturan menentukan input dan output fungsi keanggotaan yang akan dalam proses *inference* yang linguistik dan juga aturan berhak "IF-THAN".

Tabel 2. *Inference Engine* Untuk Menentukan Nilai Performance Siswa

[R1]	IF Exam1 is VL AND Exam2 is VL THEN Result is VU
[R2]	IF Exam1 is VL AND Exam2 is L THEN Result is VU
[R3]	IF Exam1 is VL AND Exam2 is A THEN Result is U
[R4]	IF Exam1 is VL AND Exam2 is H THEN Result is U
[R5]	IF Exam1 is VL AND Exam2 is VH THEN Result is A
[R6]	IF Exam1 is L AND Exam2 is VL THEN Result is VU
[R7]	IF Exam1 is L AND Exam2 is L THEN Result is U
[R8]	IF Exam1 is L AND Exam2 is A THEN Result is U
[R9]	IF Exam1 is L AND Exam2 is H THEN Result is A
[R10]	IF Exam1 is L AND Exam2 is VH THEN Result is A
[R11]	IF Exam1 is A AND Exam2 is VL THEN Result is U
[R12]	IF Exam1 is A AND Exam2 is L THEN Result is U
[R13]	IF Exam1 is A AND Exam2 is A THEN Result is A
[R14]	IF Exam1 is A AND Exam2 is H THEN Result is S
[R15]	IF Exam1 is A AND Exam2 is VH THEN Result is S
[R16]	IF Exam1 is H AND Exam2 is VL THEN Result is U
[R17]	IF Exam1 is H AND Exam2 is L THEN Result is A
[R18]	IF Exam1 is H AND Exam2 is A THEN Result is S
[R19]	IF Exam1 is H AND Exam2 is H THEN Result is S
[R20]	IF Exam1 is H AND Exam2 is VH THEN Result is VS
[R21]	IF Exam1 is VH AND Exam2 is VL THEN Result is A
[R22]	IF Exam1 is VH AND Exam2 is L THEN Result is S
[R23]	IF Exam1 is VH AND Exam2 is A THEN Result is S
[R24]	IF Exam1 is VH AND Exam2 is H THEN Result is VS
[R25]	IF Exam1 is VH AND Exam2 is VH THEN Result is VS

5. Defuzzification

Input dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut yang berupa *result* yang didapat oleh siswa. Dalam sistem ini yang dipakai adalah *inference* sugeno menggunakan *defuzzifikasi* metode rata-rata terbobot (*weighted average*) yang dihitung dengan rumus

$$Z^* = \frac{\sum_{r=1}^R z_r}{\sum_{r=1}^R 1}, \quad (\text{Persamaan 1})$$

dimana z_r adalah output pada konsekuen aturan dasar ke- r , r merupakan *fire strength rule* ke- r dan R merupakan banyaknya aturan yang digunakan.

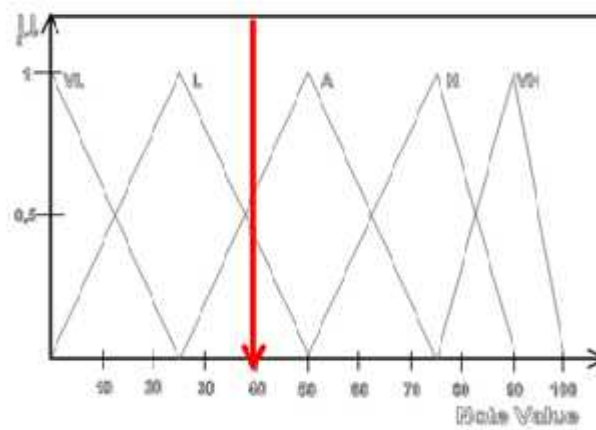
6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jika diketahui seorang siswa A mengikuti ujian ke-1 (*exam1*) mendapatkan nilai 40 dan pada ujian ke-2 (*exam2*) mendapatkan nilai 65. Dengan kedua nilai yang didapat tersebut akan dihitung jumlah nilai kinerja siswa (*student performance*).

Perhitungan Manual

Fuzzyfication

Fungsi keanggotaan $exam1 = 40$ ditunjukkan pada Gambar 5.

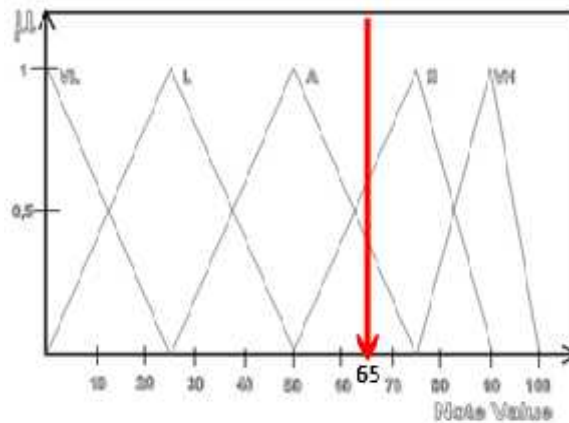


Gambar 5 Fungsi Keanggotaan *Exam1* = 40

Perhitungan fungsi keanggotaan *Exam1* = 40 terletak dua himpuna fuzzy yaitu *Low* dan *Average*.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Low}}(40) &= \frac{(c - x)}{(c - b)} & \mu_{\text{Average}}(40) &= \frac{(x - a)}{(b - a)} \\ \mu_{\text{Low}}(40) &= \frac{(50 - 40)}{(50 - 25)} & \mu_{\text{Average}}(40) &= \frac{(40 - 25)}{(50 - 25)} \\ \mu_{\text{Low}}(40) &= \frac{10}{25} & \mu_{\text{Average}}(40) &= \frac{15}{25} \\ &= 0,4 & &= 0,6\end{aligned}$$

Fungsi keanggotaan *exam2* = 65 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan *Exam2* = 65

Tabel 3. Rule Keanggotaan yang Aktif

Exam I/Exam 2	VL	L	A	H	VH
VL	VU (R1)	VU (R2)	U (R3)	U (R4)	A (R5)
L	VU (R6)	U (R7)	U (R8)	A (R9)	A (R10)
A	U (R11)	U (R12)	A (R13)	S (R14)	S (R15)

H	U	A	S	S	VS
	(R16)	(R17)	(R18)	(R19)	(R20)
VH	A	S	S	VS	VS
	(R21)	(R22)	(R23)	(R24)	(R25)

Perhitungan fungsi keanggotaan $Exam2 = 65$ terletak dua himpunan fuzzy yaitu *Average* dan *High*.

$$\begin{aligned}
 \mu_{Average}(65) &= \frac{(c - x)}{(c - b)} & \mu_{High}(65) &= \frac{(x - a)}{(b - a)} \\
 \mu_{Average}(65) &= \frac{(75 - 65)}{(75 - 50)} & \mu_{High}(65) &= \frac{(65 - 50)}{(75 - 50)} \\
 \mu_{Average}(65) &= \frac{10}{25} & \mu_{High}(65) &= \frac{15}{25} \\
 &= 0,4 & &= 0,6
 \end{aligned}$$

InferenceRule

Inferencerule yang digunakan

[R8]	IF Exam1 is L AND Exam2 is A THEN Result is U
[R9]	IF Exam1 is L AND Exam2 is H THEN Result is A
[R13]	IF Exam1 is A AND Exam2 is A THEN Result is A
[R14]	IF Exam1 is A AND Exam2 is H THEN Result is S

Dari keempat aturan *fuzzy* yang digunakan diatas, maka proses *inference* rule yang digunakan aturan *conjunction* (^) dengan memilih derajat minimum, sehingga diperoleh.

Pencarian predikat serta nilai z pada setiap rule:

R8 If Exam 1 is L 0,4 and Exam 2 is H 0,4 then is U

$$\begin{aligned}
 \text{predikat8} &= \mu_{\text{Lower}} \quad \mu_{\text{High}} \\
 &= \min (\mu_{\text{Exam1 Lower}}(40), \\
 &\quad \mu_{\text{Exam2 High}}(65)) \\
 &= \min (0,4; 0,5) \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

Nilai z8 = 40

R9 If Exam 1 is L 0,4 and Exam 2 is H 0,6 then is A

$$\begin{aligned}
 \text{predikat9} &= \mu_{\text{Lower}} \quad \mu_{\text{High}} \\
 &= \min (\mu_{\text{Exam1 Lower}}(40), \\
 &\quad \mu_{\text{Exam2 High}}(65)) \\
 &= \min (0,4; 0,6) \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

Nilai z9 = 40

R13 If Exam 1 is A 0,6 and Exam 2 is A 0,4 then is A

$$\begin{aligned}
 \text{predikat13} &= \mu_{\text{Average}} \quad \mu_{\text{Average}} \\
 &= \min (\mu_{\text{Exam1 Average}}(40), \\
 &\quad \mu_{\text{Exam2 Average}}(65)) \\
 &= \min (0,6; 0,4) \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

Nilai z13 = 65

R14 If Exam 1 is A 0,6 and Exam 2 is H 0,6 then is S

$$\begin{aligned}
 \text{predikat14} &= \mu_{\text{Average}} \quad \mu_{\text{High}} \\
 &= \min (\mu_{\text{Exam1 Average}}(40), \\
 &\quad \mu_{\text{Exam2 High}}(65)) \\
 &= \min (0,6; 0,6) \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

Nilai z14 = 40

Defuzzification

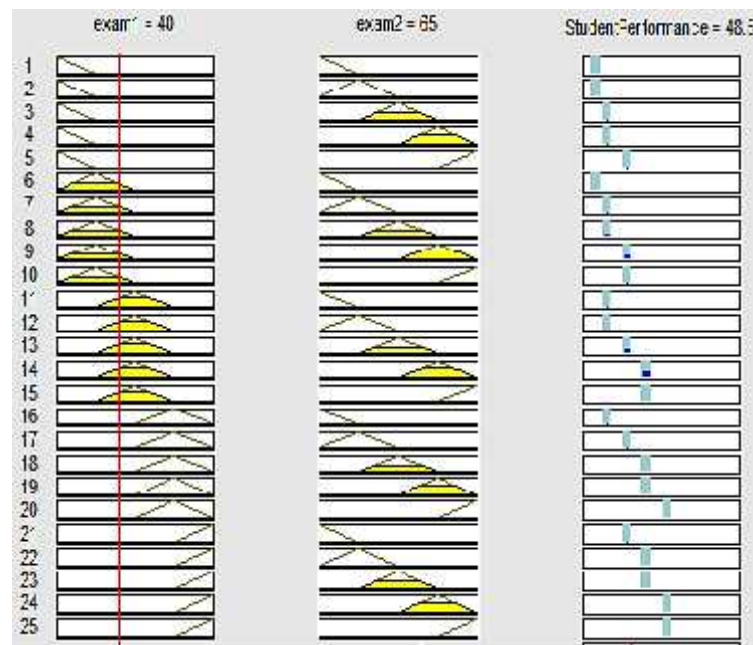
Untuk proses *defuzzification* menggunakan *weight average*, maka rata-rata nilai *performance* siswa. Dari penjelasan diatas diperoleh nilai *z* yaitu :

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\alpha_p \cdot 8 + \alpha_p \cdot 9 + \alpha_p \cdot 1 + \alpha_p \cdot 1}{\alpha_p + \alpha_p + \alpha_p + \alpha_p} \\
 &= \frac{0,4 \cdot 8 + 0,4 \cdot 9 + 0,4 \cdot 1 + 0,4 \cdot 1}{0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4} \\
 &= \frac{1 + 1 + 2 + 2}{1,6} \\
 &= \frac{6}{1,6} \\
 &= 45,5
 \end{aligned}$$

Kesimpulan yang didapat dengan menggunakan model sugeno untuk nilai *exam1* = 40 dan *exam 2* = 65, maka nilai *performance* siswa 45,5.

6.Perhitungan dengan Simulasi Matlab

Simulasi program menggunakan aplikasi *Matlab*. Nilai yang diinputkan sama dengan nilai yang dihitung secara manual untuk mengetahui apakah persamaan atau perbedaan perhitungan secara manual dan perhitungan dengan simulasi menggunakan *Matlab*. Simulasi perhitungan Matlab terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rule yang Aktif dan Nilai *Result* dari Nilai *Exam* dari 40 dan 65

7. Analisis

Rangkuman hasil *defuzzification* dari kesepuluh perhitungan penentuan evaluasi kinerja siswa menggunakan logika *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.Perbandingan Data Hasil *Defuzzification*

Kasus	Nilai		defuzzification		Selisih
	Exam1	Exam 2	Manual	Matlab	
Kasus 1	40	65	45,5	48,5	3
Kasus 2	20	55	25	17,3	7,7
Kasus 3	70	85	81	95,3	14,3
Kasus 4	30	89	56,3	58,7	2,4
Kasus 5	80	52	84,2	80	3,6
Kasus 6	90	22	63	59	4
Kasus 7	70	72	86	89	3
Kasus 8	50	65	59,8	63,1	3,3

Kasus 9	45	75	70,4	73,6	3,2
Kasus 10	85	59	85,9	94,7	8,8

Berdasarkan tabel 4 dapat diuraikan sebagai berikut: (1) hasil perhitungan manual kasus pertama kinerja siswa didapatkan sebesar 45,5. Sedangkan perhitungan menggunakan matlab sebesar 48,5, selisih antara keduanya sebesar 3; (2) hasil perhitungan secara manual contoh kasus kedua kinerja siswa didapatkan sebesar 25. Sedangkan perhitungan menggunakan matlab sebesar 17,3. Selisih antara keduanya sebesar 7,7; (3) hasil perhitungan secara manual contoh kasus ketiga kinerja siswa didapatkan adalah sebesar 81. Sedangkan pada perhitungan menggunakan matlab adalah sebesar 95,3, selisih antar keduanya sebesar 14,3.

Hasil analisis antara perhitungan manual dengan Matlab menunjukkan selisih yang sedikit jauh, hal ini disebabkan tingkat akurasi hasil *inference rule* pada perhitungan manual tidak begitu efektif dan efisien, bahkan terkadang banyak *inference rule* yang harus disesuaikan.

8. KESIMPULAN

Dari penjabaran di atas dapat disimpulkan 2 hal, yaitu (1) dalam menentukan kinerja siswa yang dibahas dalam laporan ini menggunakan metode sugeno dengan fungsi implikasi aturan MIN dan *defuzzification* menggunakan metode *weight average*, dan (2) berdasarkan hasil pembahasan dan analisis antara perhitungan manual dengan perhitungan *Matlab* terdapat sedikit selisih yang jauh berbeda, hal ini disebabkan tingkat akurasi hasil parameter pada perhitungan manual tidak begitu efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool Box Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Kusumadewi, Sri & Purnomo, H. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Gokman, G, etc. 2010. *Evaluation of Student Performance in Laboratory using Fuzzy Logic*. Procedia Social and Behavioral Science 2, 902—909.
- [4] Naba, Agus. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [5] Nugroho, A. K. 2010. *Pengendali Logika Fuzzy Suhu Hipertermia Berbasis Visual Basic dan Akuasisi Berbasis USB*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Semarang, hal. F.1-F.9.
- [6] Sakthivel, E, Kannan, S. K & Arumungan, S. 2013. *Optimized Evaluation of Student Performances Using Fuzzy Logic*. International Journal of Scientific & Engineering Research, 4 (9): 1128—1133.
- [7] Patel, S., Sajja, P., & Pate, A. 2011. *Fuzzy Logic based Expert System for Student's Performance Evaluation in Data Grid Environment*. International Journal of Scientific & Engineering Research, 5 (1): 36—40.
- [8] Upadhya, M. M. 2012. *Fuzzy Logic Based Evaluation of Performance of Student in Colleges*. Journal of Computer Application (JCA), 5 (1): 6—9.